

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 14 mai 2001 (14.05.01)	
Demande internationale no PCT/CA00/00722	Référence du dossier du déposant ou du mandataire 4161-185PCT
Date du dépôt international (jour/mois/année) 15 juin 2000 (15.06.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 16 juillet 1999 (16.07.99)
Déposant BEDARD, Normand etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒ dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

15 février 2001 (15.02.01)

☐ dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection ☒ a été faite

☐ n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé Charlotte ENGER no de téléphone: (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire 4161-185PCT	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/CA 00/ 00722	Date du dépôt international(jour/mois/année) 15/06/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 16/06/1999
Déposant HYDRO-QUEBEC		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la langue, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.
- ☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.
- b. En ce qui concerne les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande internationale (l cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :
- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le titre,

- ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.
- ☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'abrégé,

- ☐ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
- ☒ Le texte (reproduit dans I cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

- ☐ suggérée par le déposant.
- ☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.
- ☒ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

2

☐ Aucune des figures n'est à publier.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Cadre III TEXTE DE L'ABREGE (suite du point 5 de la première feuille)

L'abrégé a été changé comme suit:

Ligne 1: après "matériau" insérer "(5)"

Ligne 4: après "basse température" insérer "(3)" et après "haute température" insérer "(4)"

Ligne 5: après "inducteur" insérer "(2)"

Ligne 7: après "matériau" insérer "(5)"

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CA 00/00722

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H05B6/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	BE 497 198 A (WILD-BARFIELD ELECTRIC FURNACES LTD.) 16 novembre 1950 (1950-11-16) page 3, ligne 42 - ligne 49; figure ---	1
A	US 2 635 168 A (F. F. LERZA ET AL) 14 avril 1953 (1953-04-14) colonne 4, ligne 28 - ligne 71; figures 9,10 -----	1



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 septembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/09/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Castanheira Nunes, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CA 00/00722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
BE 497198	A	NONE	
US 2635168	A	14-04-1953	NONE

THIS PAGE BLANK (115PTO)

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 janvier 2001 (25.01.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/06814 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷: H05B 6/02

(21) Numéro de la demande internationale:
PCT/CA00/00722

(22) Date de dépôt international: 15 juin 2000 (15.06.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:
2,277,885 16 juillet 1999 (16.07.1999) CA

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): HY-
DRO-QUEBEC [CA/CA]; 75, boulevard René-Lévesque
Ouest, Montréal, Québec H2Z 1A4 (CA).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): BEDARD,
Normand [CA/CA]; 5475, rue Gadbois, Trois-Riv-
ières-Ouest, Québec G8Y 6A6 (CA). DOSTIE, Michel
[CA/CA]; 5365, rue de Cherbourg, Trois-Rivières-Ouest,
Québec G8Y 6N1 (CA).

(74) Mandataires: MARCOUX, Paul etc.; Swabey Ogilvy
Renault, Suite 1600, 1981 McGill College Avenue, Mon-
tréal, Québec H3A 2Y3 (CA).

(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ,
PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,
MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

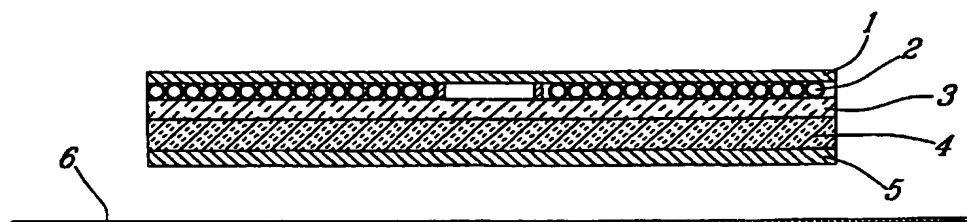
Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: INFRARED HEATER WITH ELECTROMAGNETIC INDUCTION

(54) Titre: EMETTEUR INFRAROUGE A L'INDUCTION ELECTROMAGNETIQUE



(57) Abstract: The invention concerns a heater made of a material (5) responsive to induction and capable of sustaining high temperatures. It further comprises at least an insulating thickness with low thermal conductivity, in particular a low temperature insulation (3) and a high temperature insulation (4), said thickness being fixed at the back of the material. A field winding (2) is adjacent to the insulating thickness and separated from the material (5) by the latter.

(57) Abrégé: L'émetteur est constitué d'un matériau (5) répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes températures. Il comporte de plus au moins une épaisseur d'isolant de très faible conductivité thermique, notamment un isolant basse température (3) et un isolant haute température (4), cette épaisseur étant adossée au matériau. Un inducteur (2) est adjacent aux épaisseurs d'isolants et est séparé du matériau (5) par ces derniers. Le matériau est constitué d'une matrice permettant le chauffage et comporte des fibres de carbone.

WO 01/06814 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ÉMETTEUR INFRAROUGE À L'INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un émetteur infrarouge à induction
5 électromagnétique. Plus particulièrement, l'invention est relative à un
dispositif permettant l'émission de rayonnement infrarouge, lequel dispositif
est alimenté à l'électricité au moyen d'un inducteur, et caractérisé par un
choix de matériau pour l'émetteur qui permet de soutenir de hautes
températures et d'atteindre de hautes densités de puissance de rayonnement
10 de type moyen.

ART ANTÉRIEUR

Dans la plupart des nombreuses applications de l'infrarouge
électrique, la densité de puissance requise par le procédé est relativement
faible. Par contre, certains procédés comme le séchage de papier couché
15 dans le secteur des pâtes et papiers requièrent l'utilisation de technologies à
très haute densité de puissance. Cet impératif vient du fait que les machines
font défiler la feuille de papier à de grandes vitesses et que la charge
d'évaporation est relativement élevée.

La grande part des applications de l'infrarouge en pâtes et papiers
20 concerne le séchage d'enductions. L'infrarouge est utilisé pour le séchage de
couches sur la feuille de papier principalement depuis 1985 [Bédard, N.,
*Evaluation of the Performance of Electric Emitters and Radiant Gas
Burners*, CEA report n° 9321 U 986, 1996]. Le système infrarouge est placé
directement en aval de la coucheuse, ce qui permet de "saisir" la sauce sur
25 son support de papier. Cette technique constitue maintenant la norme car elle
permet une excellente qualité de produit et des vitesses de défilement
élevées. La haute densité de puissance permet aussi de réaliser des
installations sur des machines existantes, où l'espace est limité.

La quasi-totalité des premiers systèmes infrarouges installés sur des machines à "coucher" le papier étaient alimentés à l'électricité: ils étaient essentiellement constitués de lampes à haute intensité (émettant une lumière blanche très vive). Mais peu à peu, une technologie infrarouge gaz
5 concurrente a émergé et est venue prendre une part toujours grandissante du marché. Aujourd'hui, la majorité des nouveaux systèmes infrarouges installés dans le secteur des pâtes et papiers sont alimentés au gaz naturel. Différentes technologies sont offertes : plaquettes céramiques trouées, matrices de fibres céramiques ou de fibres métalliques, céramique réticulée
10 et autres.

La raison première du succès de la technologie infrarouge gaz est naturellement le prix brut de cette source d'énergie. Le rapport entre le prix du gaz et celui de l'électricité dans les grandes entreprises est d'environ 1 à 3 au Québec et peut aller jusqu'à 1 à 5 et même davantage aux États-Unis. La
15 robustesse physique des radiants à gaz est aussi appréciée face aux lampes à haute intensité, réputées assez fragiles.

Souvent, le prix plus élevé de l'électricité face au gaz est compensé par une meilleure efficacité des technologies électriques. Si on ne considère que le rendement de rayonnement, c'est-à-dire la puissance de rayonnement
20 total sur la puissance consommée, on pourrait conclure que c'est le cas dans le domaine de l'infrarouge appliqué aux pâtes et papiers. En effet, ce rendement est typiquement de 80% pour les unités à infrarouge court et de 45% pour les radiants à gaz. Ces valeurs ont d'ailleurs été précisément mesurées sur un même banc d'essai dans le cadre d'un important projet de
25 l'Association Canadienne de l'Électricité [idem]. Mais ce rendement ne considère pas ce qui se passe au niveau du papier, car la part vraiment utile de la puissance consommée est ce qui se retrouve effectivement à l'intérieur du papier couché. Les propriétés d'absorption du papier et de la sauce

d'enduction doivent donc être prises en considération. Or, ces propriétés varient selon certaines gammes de longueurs d'onde.

La température d'émission des radiants à gaz se situe entre 900 et 1150°C: le rayonnement est donc de type "moyen", c'est-à-dire dans les
5 longueurs d'ondes identifiées à l'infrarouge moyen (plus de 85% de la puissance rayonnée entre 1 et 6 m). Elles offrent des densités de puissance de rayonnement de 100 à 160 kW/m². Les émetteurs électriques à lampe (dont le filament est porté à 2200°C) rayonnent davantage dans l'infrarouge de type court (plus de 85% de la puissance rayonnée entre 0 et 2.5 m). et offrent
10 des densités de puissance pouvant dépasser 300 kW/m².

Il est généralement reconnu que l'infrarouge de type « moyen » est mieux adapté au séchage du papier et des saucés de couchage à cause du couplage approprié de leurs propriétés d'absorption spectrales avec le spectre d'émission [Pettersson M., Stenstrom S., *Absorption of Infrared Radiation and the Radiation Transfer Mechanism in Paper, Part II: Application to*
15 *Infrared Dryers.*, Journal of Pulp and Paper Science: Vol. 24 N° 11, November 1998]. L'avantage du meilleur rendement de rayonnement des systèmes électriques à lampes est donc diminué, et conséquemment celui de la densité de puissance.

20 La réponse évidente à ce problème est bien sûr l'infrarouge électrique de type moyen (donc avec une température de rayonnement autour de 1100°C), déjà très utilisé dans de nombreux domaines (textile, plastique, agro-alimentaire). Mais la technologie actuelle ne permet pas d'atteindre la densité de puissance de rayonnement des radiants à gaz : au plus 80 kW/m²
25 du côté électrique comparé à 150 kW/m² du côté gaz. Cette absence de compétition de type à rayonnement moyen du côté électrique laisse toute la place aux systèmes gaz. Ce faisant, la technologie à gaz accapare le marché important du séchage infrarouge en pâtes et papiers au niveau nord-américain (300 MW en 1995) et mondial (plus de 1000 MW). Une

technologie infrarouge électrique permettant d'atteindre des densités de puissance équivalentes aux radiants gaz dans l'infrarouge moyen serait donc la bienvenue. Qui plus est, le marché est en demande de densités de puissance encore supérieures: l'émergence d'une technologie électrique infrarouge de type moyen de très haute densité de puissance ouvrirait des horizons particulièrement attrayants. La disponibilité d'une telle technologie serait d'autant plus intéressante que le rendement des radiants à gaz diminue avec la température d'émission, donc avec la densité de puissance, de façon inextricable [Douspis, M., Robin, J.-P., « Les brûleurs radiants à gaz », document CERUG 86.05]: une technologie électrique d'une densité de puissance de rayonnement d'au-delà de 200 kW/m² serait alors très compétitive (à une densité de puissance équivalente, les radiants à gaz ont un rendement de rayonnement de moins de 35%).

Ainsi que nous le verrons plus loin la présente technologie électrique en infrarouge de type moyen est limitée en densité de puissance et la présente invention a donc pour objet de repousser ces limitations.

Typiquement, une source infrarouge est constituée d'un corps solide qui est porté à une température telle qu'il émet un rayonnement électromagnétique de type infrarouge. Les émetteurs infrarouges électriques impliquent le passage d'un courant direct dans une résistance, habituellement un fil métallique. Le chauffage est donc effectué par effet Joule (conduction électrique directe).

La densité de puissance d'un émetteur constitué d'un fil métallique est limitée pour plusieurs raisons. Les fils métalliques ont une faible résistivité électrique et ne peuvent dépasser une température de 1300°C. Pour obtenir une résistance adéquate (i.e. suffisamment élevée pour impliquer des courants raisonnables), il faut diminuer le diamètre ou augmenter la longueur du fil. Or la durée de vie diminue fortement avec le diamètre du fil : il faut donc préférentiellement augmenter la longueur du fil, ce qui est réalisé en

façonnant un boudin. Mais alors, une certaine distance entre spires d'un même boudin et entre les rangées de boudins doit être respectée sous peine de produire des points chauds. Cette exigence limite d'office la densité de puissance.

5 De plus, il est souvent impératif de recouvrir les boudins d'une matière les isolant de l'environnement, tant du point de vue thermique (afin de limiter les pertes par convection à l'air ambiant) qu'électrique (pour des raisons de sécurité). Les fils boudinés sont alors encastrés ou insérés dans une matière transparente ou non au rayonnement infrarouge.

10 Lorsqu'il s'agit d'une matière opaque à l'infrarouge, la chaleur doit se transmettre du fil métallique interne à l'enveloppe externe par conduction directe. C'est alors cette enveloppe qui émet le rayonnement infrarouge et celle-ci se maintient obligatoirement à plus basse température que le fil interne lui-même. Dans le cas des tubes rayonnants ("tubular heaters"), une
15 matière non-conductrice de l'électricité (habituellement un oxyde) doit être insérée entre la résistance et l'enveloppe, ce qui limite le transfert de chaleur et crée un fort gradient de température. La densité de puissance est donc davantage limitée que pour un boudin à nu.

Lorsqu'une matière transparente au rayonnement infrarouge
20 (habituellement du quartz) est utilisée pour contenir le boudin, le rayonnement provient du boudin lui-même mais passe directement au travers du quartz. Le boudin métallique se trouve alors protégé des mouvements de l'air environnant: les pertes par convection sont donc diminuées. La densité de puissance des sources infrarouges à fils boudinés encastrées dans des
25 plaques ou insérés dans des tubes de quartz est la plus élevée parmi les sources infrarouges électriques de type moyen mais demeure en deçà de 100 kW/m², procurant moins de 80 kW/m² en rayonnement.

Pour leur part, les sources à lampes à infrarouge court sont caractérisées par une très forte densité de puissance, car le fil de tungstène à

l'intérieur des lampes est porté à très haute température (2200°C): mais comme nous l'avons vu, ce niveau de température implique que l'émission est plutôt de type court, ce qui amène les désavantages déjà mentionnés. De plus, le fil de tungstène doit être enfermé dans un tube scellé pour éviter son oxydation rapide.

Il est à noter que parmi tous les métaux, aucune technologie actuelle aucun ne permet d'aller au-delà de 1300 °C en atmosphère oxydante sur une période de temps très longue (en termes d'années). Le seul alliage métallique capable de relativement bien soutenir ce niveau est composé de Fer-Chrome-Aluminium et est manufacturé principalement par la société Kanthal (sous le nom Kanthal A1). D'ailleurs, ses propriétés mécaniques sont très affaiblies à cette température.

Un autre moyen d'augmenter la densité de puissance est d'agrandir la surface réelle d'émission en utilisant une surface étendue et non plus un fil boudiné. Une configuration en plaque pleine et étendue permet d'augmenter la surface d'émission. Théoriquement, si on parvenait à chauffer une surface pleine de Kanthal A1 à 1300°C de façon relativement uniforme, la densité de puissance de rayonnement serait très élevée (au-delà de 300 kW/m²). La difficulté est de faire passer le courant partout dans cette surface. En conduction directe, il est très difficile de réaliser un chauffage uniforme, car le courant passe par le chemin «électrique» le plus court. Pour faire passer le courant partout entre les bornes de tension, il faut découper plusieurs traits dans la plaque, ce qui pose des problèmes de tenue mécanique et de concentration locale de courant. Certains moyens ont été évalués et testés par la demanderesse mais plusieurs problèmes ont amené à remettre en question l'utilisation de la conduction électrique directe: uniformité de chauffage, tension d'alimentation, dilatation thermique, solidité mécanique, pertes thermiques par les contacts, et autres.

Suite à cette remise en question, la demanderesse a songé à faire intervenir l'induction électromagnétique: plutôt que de faire passer le courant directement dans une résistance, le chauffage peut alors s'effectuer par courants de Foucault induits par un conducteur physiquement découplé de la matière chauffée. De plus, le matériau dans lequel ces courants sont développés peut être autre que le métal constituant le fil à boudins des sources infrarouges conventionnelles.

L'utilisation de l'induction plutôt que la conduction directe permet donc de régler de nombreux problèmes techniques.

Le choix du matériau constituant la surface émettrice constitue l'aspect déterminant. Ce matériau doit d'être en mesure de supporter des températures très élevées, bien au-delà du point de Curie de tous les matériaux ayant des propriétés magnétiques. Seule la résistivité intervient donc sur le plan électromagnétique. D'autre part, la demanderesse a pu identifier une gamme de résistivité de matériaux et de fréquences d'alimentation résultant en un rendement électrique excellent et un facteur de puissance relativement bon, deux conditions pour que l'induction puisse être utilisée comme moyen de chauffage à la base d'un système infrarouge. Il est possible de transférer une puissance très élevée (au-delà de 50 kW pour une plaque de 0,16 m²) en générant un champ électrique typique, à une tension d'alimentation raisonnable. Le chauffage est relativement uniforme, quoique les courants générés dans la plaque chauffante soient une l'image de la configuration de l'inducteur, qui est en forme circulaire ("pancake"): les quatre coins de la plaque sont donc plus froids, ainsi que le centre. Toutefois, ce concept permet d'éviter les problèmes de points chauds et de pertes par les connexions associés à la conduction électrique directe.

Le matériau constituant la surface émettrice se doit d'être en mesure de supporter des températures et des contraintes thermomécaniques très grandes. Les métaux constituant les fils résistifs des sources infrarouges se

caractérisent par des propriétés mécaniques très affaiblies au voisinage de 1300 °C. Ils ne pourraient donc constituer la plaque rayonnante.

Une solution étudiée a été d'utiliser des céramiques conduisant l'électricité, notamment le carbure de silicium de type « réaction bounded ».

5 Certaines variantes de ce matériau contiennent une certaine part de silicium libre permettant un chauffage par induction électromagnétique à quelques dizaines de kilohertz. Le chauffage par induction de plaques d'un pied carré a montré un bon couplage électromagnétique mais a systématiquement conduit à des bris de nature thermomécanique. Il appert que les matériaux
10 céramiques de type monolithique ne sont pas appropriés : d'une part parce que les contraintes thermomécaniques engendrées par un chauffage intense et imparfaitement uniforme sont de l'ordre de leur résistance mécanique ultime ; d'autre part, les procédés actuels de fabrication de grandes plaques en céramique monolithique engendrent des contraintes résiduelles
15 importantes.

En définitive, la demanderesse a constaté, comme d'autres, que les céramiques même les plus performantes comme le carbure de silicium souffrent de fragilité aux chocs mécaniques et thermomécaniques.

Une solution relativement récente à ce problème traditionnel est
20 d'insérer des fibres dans la matrice de céramique, pour constituer une « Ceramic Matrix Composite » (CMC). Le fait d'incorporer des fibres permet d'accroître la force du matériau et élimine le danger de brisure selon un processus catastrophique: les fibres empêchent le développement rapide de microfissures [Wessel J.K., *Breaking Tradition With Ceramic Composites Offer New Features that Traditional Ceramics Lack*], Chemical Engineering,
25 pp 80 - 82, October 1996].

Dans un effort d'amélioration, il y a quelques années, on a développé un type particulier de composite céramique, soit les "Continuous Fiber Ceramic Composites" (CFCC), dont la fabrication implique des techniques

comme le CVI (Chemical Vapor Infiltration) et le CVD (Chemical Vapor Deposition).

Les CFCC constituent donc une solution au problème traditionnel de fragilité des céramiques. Ils peuvent fonctionner à haute température, subir des chocs thermiques, et ont une durée de vie importante. Ces atouts en font des candidats idéaux pour servir de base d'un système infrarouge à haute densité de puissance. Par contre, la plupart des CFCC ne conduisent pas l'électricité, et ne sont donc pas susceptibles d'être chauffés par induction électromagnétique. La demanderesse a constaté que les CFCC comportant des fibres de carbone (C/SiC) conduisent suffisamment l'électricité pour être efficacement chauffés par induction électromagnétique.

D'autre part, d'autres matériaux faisant l'objet de développements continuels sont les composites carbone/carbone, ayant eux aussi une très grande résistance aux chocs thermiques. Ils sont toutefois limités en température car ils s'oxydent au-delà de 600 °C. Ils doivent donc être recouverts d'une couche protectrice externe, ce qui fait l'objet de beaucoup de travaux à travers le monde. La demanderesse a vérifié l'excellente réponse au chauffage par induction électromagnétique d'une plaque C/C recouverte d'une couche de carbure de silicium.

Toutefois, la tenue du revêtement anti-oxydation à haute température des composites C/C sur une période prolongée (années) reste un problème technologique jusqu'à maintenant [Bédard N., *Développement d'un émetteur infrarouge à haute densité de puissance - Rapport d'activités 1998*, LTEE-RT-0096/1998]. La résolution de ce problème ouvrirait alors la porte sur un horizon immense, car le composite C/C lui-même garde d'excellentes propriétés mécaniques jusqu'au delà de 2000 °C. Cette température impliquerait des densités de puissance dépassant le millier de kilowatt au mètre carré !

DIVULGATION DE L'INVENTION

L'invention a pour objet de produire une surface rayonnante simplement constituée d'un matériau approprié, d'une taille et d'une forme appropriées, et dont les caractéristiques électriques, mécaniques et thermiques sont adéquatement choisies.

Un autre objet de l'invention est de recourir à l'induction, ce qui permet d'utiliser des matériaux non métalliques et d'obtenir un bon rendement électrique.

L'invention a aussi pour objet d'atteindre une température limite supérieure à celle des métaux à base de Fe - Cr - A, qui est de 1300°C, et même de passer au-delà de 1400°C.

Un autre objet de l'invention est d'utiliser un matériau composite possédant une résistivité électrique relativement faible, afin de répondre au chauffage par induction.

Un autre objet de l'invention est d'atteindre des densités de puissances de plus de 200 kW/m² en infrarouge moyen en utilisant un émetteur selon l'invention.

L'invention a aussi pour objet d'utiliser un matériau répondant à l'induction électromagnétique et capable de soutenir les conditions d'opération mentionnées, notamment afin de répondre au chauffage par induction.

Un autre objet de l'invention est de proposer comme matériau d'émetteur, des céramiques composites qui ne souffrent pas des désavantages des céramiques de type monolithique.

Afin de surmonter les désavantages décrits ci-dessus, la demanderesse a mis au point un émetteur infrarouge comportant une surface constituée d'un matériau répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes températures, au moins une épaisseur d'isolant de très faible conductivité thermique adossée à ladite surface, un inducteur adjacent aux épaisseurs

d'isolants et séparé de ladite surface par ces derniers, ainsi qu'un concentrateur de champ adjacent à l'inducteur. Le matériau répondant à l'induction peut par exemple être constitué d'une matrice permettant le chauffage par induction et comportant des fibres de carbone.

- 5 Selon une réalisation préférée, la surface répondant à l'induction est sous forme de plaque, laquelle peut être choisie parmi les matériaux composites, notamment de type CFCC et carbone/carbone.

 Selon une autre réalisation préférée, la surface répondant à l'induction peut être une couche mince accolée à une plaque.

- 10 Selon une réalisation préférée, la surface doit être capable d'être portée à une température d'au moins 1300°C, et d'engendrer une densité de puissance de rayonnement dépassant 250 kW/m².

 Selon une autre réalisation, l'isolant est constitué d'une épaisseur d'un isolant basse température et d'une épaisseur d'un isolant haute température.

- 15 D'autre part, l'inducteur peut comporter un inducteur constitué d'un tube de cuivre refroidi à l'eau, ou peut aussi comporter des câbles de Litz.

 Selon une autre réalisation, le concentrateur de champ est juxtaposé à l'inducteur.

- 20 Selon une application pratique, la plaque possède une épaisseur se situant entre environ 1 mm et 5 mm.

DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INVENTION

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs d'une réalisation illustrée dans les dessins annexés, dans lesquels

- 25 la figure 1 est une vue en plan d'un émetteur infrarouge à induction, selon l'invention, et

 la figure 2 est une coupe prise selon A' - A" de la figure 1.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

 En se référant aux dessins, on verra que la configuration de base d'un émetteur selon l'invention est simple. On retrouve une surface rayonnante

plane 5 d'un matériau répondant à l'induction et soutenant de hautes températures. Un matériau préféré constituant la surface rayonnante plane sera décrit en détail plus bas. Cette surface plane est adossée à un isolant haute température 4. Surmontant cet isolant haute température 4, on
5 retrouve un isolant basse température 3. Il est entendu que la nature des isolants 3,4 variera selon les besoins et le choix particulier des matériaux constitutants sera laissé à l'homme de l'art. De l'autre côté des deux isolants 3,4 est placé un inducteur 2 constitué dans le cas illustré d'un tube de cuivre refroidi à l'eau, bien connu de l'homme de l'art. On pourrait tout aussi bien
10 utiliser un câble de Litz ou tout autre inducteur, selon le choix de l'homme de l'art. L'inducteur est enroulé sur lui-même dans un plan. Enfin, un concentrateur de champ 1 est juxtaposé à la tubulure spiralée (figure 1). Comme on le verra sur la figure 2, l'émetteur infrarouge est placé pour transmettre un rayonnement sur une feuille de papier 6.

15 La demanderesse a découvert qu'un CFCC comportant des fibres de carbone permet d'obtenir une plaque étendue à haute température produisant un rayonnement infrarouge de type moyen à une forte densité de puissance. Des essais ont permis de constater que les fibres de carbone, qui sont au sein d'une matrice de carbure de silicium, permettent un chauffage par induction
20 à des fréquences de quelques dizaines de kilohertz. Des essais de simulation et des essais sur un prototype ont montré qu'il serait possible de transférer la puissance avec une très bonne efficacité électrique. Sur le plan thermomécanique, il a été possible de constater que ce composite possède des propriétés excellentes. Une plaque fabriquée en CFCC de la compagnie
25 AlliedSignal Composites présentait une planéité parfaite et une bonne apparence d'uniformité. Un chauffage par induction de nature très exigeante n'a conduit à aucun bris, déformation ni réduction de la rigidité mécanique. Le couplage électromagnétique a aussi été confirmé excellent.

En résumé, l'invention consiste à chauffer une plaque d'un matériau spécifique par induction électromagnétique, laquelle plaque est portée à haute température et, conséquemment, émet un rayonnement infrarouge. La température principale de la plaque est d'environ 1300°C, ce qui en fait une source de type à infrarouge moyen, donc appropriée au séchage d'enduction sur papier. A cette température, et tenant compte de l'émissivité du matériau constituant, la densité de puissance de rayonnement dépasse 250 kW/m², ce qui ferait plus que doubler la densité de puissance de rayonnement de la plupart des radiants à gaz actuels.

Cette densité de puissance très élevée constitue l'atout essentiel d'un tel système. Cela se traduit en une surface occupée réduite de moitié pour une même puissance installée. En plus, le concept se caractérise par un encombrement vertical très réduit par rapport aux technologies gaz et électriques actuels : ceci est dû à l'absence de conduites d'amenée d'air de combustion et de gaz (en référence aux radiants à gaz) ou d'air de refroidissement des connecteurs (en référence à la technologie infrarouge court à lampes). Le nouveau concept permet donc la réduction de l'espace occupé à la fois horizontalement et verticalement. L'encombrement vertical réduit peut permettre de placer des sources IRHD/induction de part et d'autre de la feuille de papier, ce qui augmenterait encore davantage la densité de puissance.

Outre le domaine des pâtes et papiers, la technologie IRHD pourrait aussi trouver des applications très intéressantes dans le domaine de la métallurgie et du verre. En métallurgie, les fours à haute température présentement chauffés par des tubes rayonnants pourraient être avantageusement remplacés par des plaques chauffées par induction. Ces plaques tapisseraient alors les parois internes du four et permettraient une très grande capacité de chauffage, et donc de production. Dans l'industrie du

verre, la densité de puissance en infrarouge de type moyen est très recherchée.

REVENDICATIONS

1. Émetteur infrarouge comprenant une surface constituée d'un matériau répondant à l'induction et capable de soutenir des hautes températures, au moins une épaisseur d'isolant de très faible conductivité thermique adossée à ladite surface, un inducteur adjacent aux épaisseurs d'isolants et séparé de ladite surface par ces derniers, et un concentrateur de champ adjacent à l'inducteur.
2. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface répondant à l'induction est sous forme de plaque.
3. Émetteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite plaque est choisie parmi les matériaux composites.
4. Émetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite plaque est choisie parmi les matériaux composites de type CFCC et carbone/carbone.
5. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface répondant à l'induction est une couche mince accolée à une plaque.
6. Émetteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite surface est capable d'être portée à une température d'au moins 1300°C, et d'engendrer une densité de puissance de rayonnement dépassant 250 kW/m².
7. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'isolant est constitué d'une épaisseur d'un isolant basse température et d'une épaisseur d'un isolant haute température.

8. Émetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'inducteur comporte un tube de cuivre refroidi à l'eau.
- 5 9. Émetteur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'inducteur comporte un câble de Litz.
10. Émetteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le concentrateur de champ est juxtaposé au dit inducteur.
- 10 11. Émetteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite plaque possède une épaisseur se situant entre 1 mm et 5 mm.
12. Émetteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit matériau
15 est constitué d'une matrice permettant le chauffage et comportant des fibres de carbone.

1/1

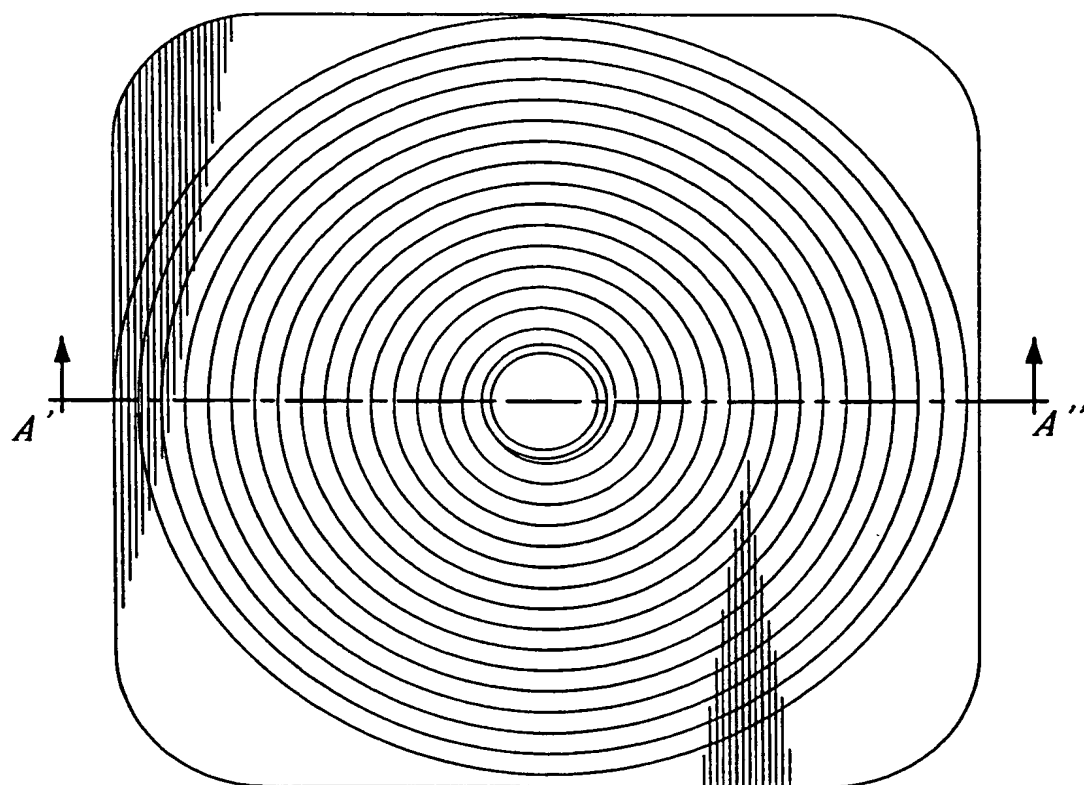


FIG. 1

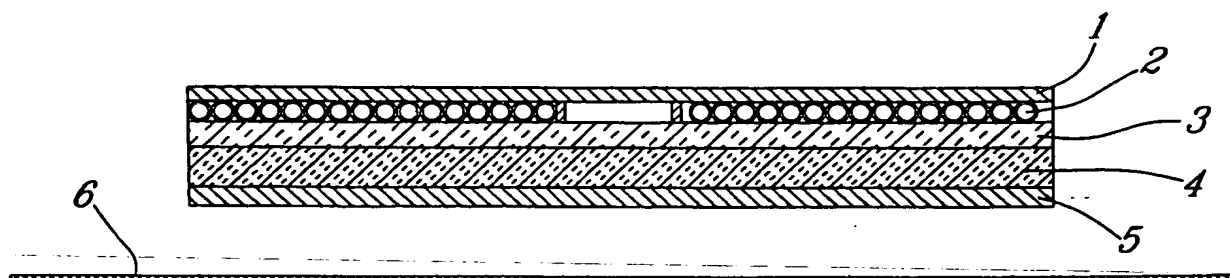


FIG. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/CA 00/00722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H05B6/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BE 497 198 A (WILD-BARFIELD ELECTRIC FURNACES LTD.) 16 November 1950 (1950-11-16) page 3, line 42 - line 49; figure ---	1
A	US 2 635 168 A (F. F. LERZA ET AL) 14 April 1953 (1953-04-14) column 4, line 28 - line 71; figures 9,10 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2000

Date of mailing of the international search report

20/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Castanheira Nunes, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family structure

International Application No

PCT/CA 00/00722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
BE 497198	A	NONE	
US 2635168	A	14-04-1953	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/CA 00/00722

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H05B6/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H05B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	BE 497 198 A (WILD-BARFIELD ELECTRIC FURNACES LTD.) 16 novembre 1950 (1950-11-16) page 3, ligne 42 - ligne 49; figure	1
A	US 2 635 168 A (F. F. LERZA ET AL) 14 avril 1953 (1953-04-14) colonne 4, ligne 28 - ligne 71; figures 9,10	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

11 septembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/09/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Castanheira Nunes, F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/CA 00/00722

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
BE 497198	A	AUCUN	
US 2635168	A	14-04-1953	AUCUN

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

6

Applicant's or agent's file reference 4161-185PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/CA00/00722	International filing date (day/month/year) 15 June 2000 (15.06.00)	Priority date (day/month/year) 16 July 1999 (16.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H05B 6/02		
Applicant HYDRO-QUEBEC		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 8 sheets, including this cover sheet.
- ☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
- These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☒ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☒ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 15 February 2001 (15.02.01)	Date of completion of this report 26 October 2001 (26.10.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/CA00/00722

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____ 1-14 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages _____ 1-12 _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages _____ 1/1 _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

III. Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability

1. The questions whether the claimed invention appears to be novel, to involve an inventive step (to be non obvious), or to be industrially applicable have not been examined in respect of:

- ☐ the entire international application.
- ☒ claims Nos. 6

because:

- ☐ the said international application, or the said claims Nos. _____
relate to the following subject matter which does not require an international preliminary examination (*specify*):

- ☒ the description, claims or drawings (*indicate particular elements below*) or said claims Nos. _____
are so unclear that no meaningful opinion could be formed (*specify*):

See annex

- ☐ the claims, or said claims Nos. _____ are so inadequately supported
by the description that no meaningful opinion could be formed.
- ☐ no international search report has been established for said claims Nos. _____.

2. A meaningful international preliminary examination cannot be carried out due to the failure of the nucleotide and/or amino acid sequence listing to comply with the standard provided for in Annex C of the Administrative Instructions:

- ☐ the written form has not been furnished or does not comply with the standard.
- ☐ the computer readable form has not been furnished or does not comply with the standard.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/CA 00/00722

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: III.

1. Since Claim 6 is unclear (see Box VIII, paragraph 4. below), no opinion as to the novelty, inventive step and industrial applicability of said claim will be established.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-5, 7-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	12	YES
	Claims	1-5, 7-11	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-5, 7-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. The requirements of PCT Article 33(3) are not met, since the infrared heat system does not involve an inventive step for the following reasons:

1.1 Document BE 497 198 A (designated as D1) is considered the prior art closest to the subject matter of Claim 1.

1.2 Said document describes an infrared heat system (*low frequency induction heating apparatus*, see figure) including a surface consisting of an induction-responsive material (*metal envelope or shell*, page 1, lines 13-16 or *sleeve*, page 2, lines 26-30) capable of withstanding high temperatures (page 2, lines 48-49), a heat insulating layer applied to said surface (*thermal insulation 4*, page 3, lines 48-49), a field winding adjacent said insulating layer (*solenoid 2*, page 3, lines 43-44) and separated from said surface by the insulating layer.

1.3 The heat system claimed differs from that known from D1 in that a field concentrator is located adjacent the field winding. However, this technical feature does not involve an inventive step (PCT Article

THIS PAGE BLANK (USPTO)

33(3)), since it forms part of standard technical practice for a person skilled in the art.

2. Dependent Claims 2-5 and 7-11 do not contain any feature which, in combination with those of Claim 1, to which they refer, defines subject matter which meets the PCT requirements with respect to inventive step, for the following reasons:

2.1 With regard to Claim 2, the induction-responsive surface described in D1 is in the form of a plate (*copper sheets 3*, lines 46-47).

2.2 With reference to Claims 3 and 4, composite CFCC and carbon/carbon materials are known from the prior art, as is stated in the description of the present application (see page 8, line 19 to page 9, line 28).

2.3 With respect to Claim 5, D1 describes a surface, responsive to induction, consisting of a thin layer (*copper sheets 3*) applied to a plate (*container 1*, see figure).

2.4 The insulating member consisting of two different layers according to Claim 7 is only one of several obvious possibilities that a person skilled in the art might select, according to the circumstances, without an inventive step being involved.

~~2.5~~ With respect to Claims 8 and 9, a field winding comprising a water-cooled copper tube or a Litz cable is well known to a person skilled in the art.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2.6 The technical feature of Claim 10 does not involve an inventive step (see paragraph 1.3 above).
- 2.7 With reference to Claim 11, the thickness claimed is only one of several obvious possibilities that a person skilled in the art might select, according to the circumstances, without an inventive step being involved. Moreover, the description does not mention any advantage that might result from said technical feature.
3. The combination of features of Claim 12, if clarified (see paragraph 5., Box VIII below), is not contained in the prior art and cannot be derived in an obvious manner therefrom. Therefore, said claim meets the requirements of PCT Article 33(2)-(4).

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Independent Claim 1 has not been drafted in the two-part form as defined by PCT Rule 6.3(b), although this form would appear appropriate in this case. Consequently, the features known in combination from the prior art (document D1) should be set out in the preamble (PCT Rule 6.3(b)(i)) and the remaining features in the characterising portion (PCT Rule 6.3(b)(ii)).
2. The features appearing in the claims do not include reference signs between parentheses (PCT Rule 6.2(b)).
3. Contrary to the requirements of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not outline the relevant prior art set forth in document D1 and does not cite this document.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. Independent Claim 1 is unclear and does not meet the requirements of PCT Article 6 for the following reasons:
 - 1.1 It appears clearly from the description, page 1, lines 4-10 and page 7, lines 10-11, that the material forming the emitting surface is an essential feature required to define the invention, and that it consists of a particular type of composite ceramic matrix (CMC) which includes fibres (CFCC) (page 8, line 19 to page 9, line 7). However, since CFCC materials do not conduct electricity, they must comprise C/SiC carbon fibres (page 9, lines 9-11). Moreover, if said emitting surface consists of a C/CU composite, it must necessarily be covered by an SiC layer (page 9, lines 17-19). Since independent Claim 1 does not contain these features, it does not meet the requirement of PCT Article 6, in combination with PCT Rule 6.3(b), whereby an independent claim should contain all the essential technical features required to define the invention.
 - 1.2 Furthermore, with reference to Claim 1, the emitting surface must be in the form of a plate for the claimed infrared heat system to operate properly (see page 6, lines 15-16).
2. The present Claims 3 and 4 are unclear (PCT Article 6), since ceramic composite materials are not claimed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

VIII. Certain observations on the international application

3. The abbreviation "CFCC" used in Claim 4 is not clarified. The meaning of the abbreviation "IRHD" (page 13, lines 19 and 22) is not indicated in the description.
4. Claim 6 does not meet the requirements of PCT Article 6, in so far as the subject matter for which protection is sought has not been clearly defined. The claim attempts to define the infrared heat system in terms of the temperature that the emitting surface is capable of achieving and of the power density that it is capable of generating. The technical features required to achieve these results should be added.
5. Claim 12 is unclear, since neither an induction heating nor a matrix including C/SiC carbon fibres (c.f. paragraph 1.1 above) are claimed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

REC'D 31 OCT 2001

WIPO PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

T15



Référence du dossier du déposant ou du mandataire 4161-185PCT	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/CA00/00722	Date du dépôt international (jour/mois/année) 15/06/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 16/07/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H05B6/02		
Déposant HYDRO-QUEBEC		

- Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
- Ce RAPPORT comprend 8 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
 - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

- Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☒ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☒ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 15/02/2001	Date d'achèvement du présent rapport 26.10.2001
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Lescop, E N° de téléphone +49 89 2399 7974 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/CA00/00722

I. Bas du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

Description, pages:

1-14 version initiale

Revendications, N°:

1-12 version initiale

Dessins, feuilles:

1/1 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/CA00/00722

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

III. Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle

1. La question de savoir si l'objet de l'invention revendiquée semble être nouveau, impliquer une activité inventive (ne pas être évident) ou être susceptible d'application industrielle n'a pas été examinée pour ce qui concerne :

- ☐ l'ensemble de la demande internationale.
- ☒ les revendications n°s 6.

parce que :

- ☐ la demande internationale, ou les revendications n°s en question, se rapportent à l'objet suivant, à l'égard duquel l'administration chargée de l'examen préliminaire international n'est pas tenue d'effectuer un examen préliminaire international (*préciser*) :
 - ☒ la description, les revendications ou les dessins (*en indiquer les éléments ci-dessous*), ou les revendications n°s en question ne sont pas claires, de sorte qu'il n'est pas possible de formuler une opinion valable (*préciser*) :
voir feuille séparée
 - ☐ les revendications, ou les revendications n°s en question, ne se fondent pas de façon adéquate sur la description, de sorte qu'il n'est pas possible de formuler une opinion valable.
 - ☐ il n'a pas été établi de rapport de recherche internationale pour les revendications n°s en question.
2. Le listage des séquences de nucléotides ou d'acides aminés n'est pas conforme à la norme prévue dans l'annexe C des instructions administratives, de sorte qu'il n'est pas possible d'effectuer un examen préliminaire international significatif:
- ☐ le listage présenté par écrit n'a pas été fourni ou n'est pas conforme à la norme.
 - ☐ le listage sous forme déchiffrable par ordinateur n'a pas été fourni ou n'est pas conforme à la norme.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/CA00/00722

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-5, 7-12 Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 12 Non : Revendications 1-5, 7-11
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-5, 7-12 Non : Revendications

**2. Citations et explications
voir feuille séparée**

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

VIII. Observations relatives à la demande internationale

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :
voir feuille séparée



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Concernant le point III:

- 1). La revendication 6 n'étant pas claire (voir Section VIII, paragraphe 4). ci-dessous), aucun rapport quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle de ladite revendication ne peut être effectué.

Concernant le point V:

- 1). Les dispositions de l'Article (3) PCT ne sont pas satisfaites, l'émetteur infrarouge selon la revendication 1 n'impliquant pas d'activité inventive, ceci pour les raisons suivantes:
 - 1.1 Le document: BE 497 198 A (désigné par D1) est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1.
 - 1.2 Ce document décrit un émetteur infrarouge (*appareil de chauffage par induction à basse fréquence*, voir la figure) comprenant une surface constituée d'un matériau répondant à l'induction (*coquille ou enveloppe métallique*, page 1, lignes 13-16 ou *gaine*, page 2, lignes 26-30) capable de soutenir des hautes températures (page 2, lignes 48-49), une épaisseur d'isolant thermique adossée à ladite surface (*isolation thermique* 4, page 3, lignes 48-49), un inducteur adjacent à cette épaisseur d'isolant (*solénoïde* 2, page 3, lignes 43-44) et séparé de ladite surface par l'isolant.
 - 1.3 L'émetteur revendiqué diffère de celui connu de D1 en ce qu'un concentrateur de champ est adjacent à l'inducteur. Cependant cette caractéristique technique n'implique pas d'activité inventive (Article 33(3) PCT) car elle relève d'une démarche technique normale pour la personne du métier.
- 2). Les revendications dépendantes 2-5, 7-11 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de la revendication 1 à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences du PCT en ce qui concerne l'activité inventive, et ce pour les raisons suivantes:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

- 2.1 En ce qui concerne la revendication 2, la surface répondant à l'induction décrite dans D1 est sous forme de plaque (*feuilles de cuivre 3*, page 3, lignes 46-47).
- 2.2 Se référant aux revendications 3 et 4, les matériaux composites de type CFCC et carbone/carbone sont connus dans l'art antérieur, comme il en est fait état dans la description de la présente demande (voir de la page 8, ligne 19 à la page 9, ligne 28).
- 2.3 En ce qui concerne la revendication 5, D1 montre une surface, répondant à l'induction, qui est une couche mince (*feuilles de cuivre 3*) accolée à une plaque (*réceptacle 1*, voir figure).
- 2.4 L'isolant formé de deux épaisseurs différentes selon la revendication 7 est seulement une des possibilités que la personne du métier pourrait choisir, selon le cas d'espèce, parmi plusieurs possibilités évidentes, sans qu'une activité inventive soit impliquée.
- 2.5 En ce qui concerne les revendications 8 et 9, un inducteur comportant un tube de cuivre refroidi à l'eau ou un câble de Litz est bien connu de l'homme de l'art.
- 2.6 La caractéristique technique de la revendication 10 n'implique pas d'activité inventive (voir paragraphe 1.3 ci-dessus).
- 2.7 En référence à la revendication 11, l'épaisseur revendiquée est seulement une des possibilités que la personne du métier pourrait choisir, selon le cas d'espèce, parmi plusieurs possibilités évidentes, sans qu'une activité inventive soit impliquée. Par ailleurs, un éventuel avantage lié à cette caractéristique technique n'est pas divulgué dans la présente description.
- 3). La combinaison des caractéristiques de la revendication 12 clarifiée (voir le paragraphe 5). de la Section VIII ci-dessous), n'est pas comprise dans l'état de la technique et n'en découle pas de manière évidente. Ainsi cette revendication satisfait aux dispositions des Articles (2) à (4) PCT.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Concernant le point VII:

- 1). La revendication indépendante 1 n'est pas présentée en deux parties comme prévu par la Règle 6.3 b) PCT, alors qu'une telle présentation semblerait appropriée, les caractéristiques connues de l'état de la technique (document D1) figurant dans le préambule (Règle 6.3 b) i) PCT) et les caractéristiques restantes figurant dans la partie caractérisante (Règle 6.3 b) ii) PCT).
- 2). Les caractéristiques figurant dans les revendications ne comportent pas de signes de référence mis entre parenthèses (Règle 6.2 b) PCT).
- 3). Contrairement à ce qu'exige la Règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans D1 et ne cite pas ce document.

Concernant le point VIII:

- 1). La revendication indépendante 1 n'est pas claire et ne satisfait pas aux dispositions de l'Article 6 PCT, pour les raisons suivantes:
 - 1.1 Il ressort clairement de la description, page 1, lignes 4-10 ainsi que page 7, lignes 10-11, que le matériau constituant la surface émettrice est essentiel à la définition de l'invention et qu'il consiste en un type particulier de matrice composite céramique (CMC) qui comprend des fibres (CFCC) (page 8, ligne 19 à la page 9, ligne 7). Cependant, les matériaux CFCC ne conduisant pas l'électricité, ils doivent comporter des fibres de carbone C/SiC (page 9, lignes 9-11). Et par ailleurs, si la surface émettrice est constituée de composite C/C, elle doit nécessairement être recouverte d'une couche de SiC (page 9, lignes 17-19). La revendication indépendante 1 ne contenant pas ces caractéristiques, ne remplit pas la condition visée à l'Article 6 PCT en combinaison avec la Règle 6.3 b) PCT, qui prévoient qu'une revendication indépendante doit contenir toutes les caractéristiques techniques essentielles à la définition de l'invention.
 - 1.2 De plus, se référant à la revendication 1, il est nécessaire que la surface émettrice

THIS PAGE BLANK (USPTO)

soit sous forme de plaque afin que l'émetteur infrarouge revendiqué soit en mesure de fonctionner convenablement (voir page 6, lignes 15-16).

- 2). Les présentes revendications 3 et 4 ne sont pas claires (Article 6 PCT), car des matériaux composites céramiques ne sont pas revendiqués.
- 3). L'abréviation "CFCC" utilisée dans la revendication 4 n'y est pas explicitée. La signification du sigle "IRHD" (page 13, lignes 19 et 22) n'est pas indiquée dans la description.
- 4). La revendication 6 ne satisfait pas aux conditions requises à l'Article 6 PCT, dans la mesure où l'objet pour lequel une protection est recherchée n'est pas clairement défini. La revendication tente de définir l'émetteur infrarouge par la température que la surface émettrice est capable d'atteindre et par la densité de puissance qu'elle est capable d'engendrer. Les caractéristiques techniques nécessaires pour parvenir à ces résultats doivent être ajoutées.
- 5). La revendication 12 n'est pas claire, car ni un chauffage par induction ni une matrice comprenant des fibres de carbone C/SiC (c.f. paragraphe 1.1 de la Section VIII ci-dessus) ne sont revendiqués.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal 1 Application No

PCT/CA 00/00722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H05B6/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BE 497 198 A (WILD-BARFIELD ELECTRIC FURNACES LTD.) 16 November 1950 (1950-11-16) page 3, line 42 - line 49; figure	1
A	US 2 635 168 A (F. F. LERZA ET AL) 14 April 1953 (1953-04-14) column 4, line 28 - line 71; figures 9,10	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2000

Date of mailing of the international search report

20/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Castanheira Nunes, F

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CA 00/00722

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
BE 497198	A	NONE	
US 2635168	A	14-04-1953	NONE



THIS PAGE BLANK (USPTO)